
RESEAUX LOCAUX

👍 au sens de l'utilisateur

- 👉 Ensemble d'équipements informatiques ou informatisés (ordinateurs, terminaux, automates, robots, ...) interconnectés implantés dans une zone géographique restreinte

👍 au sens technique

- 👉 Liaison de données multipoint à commande distribuée d'une portée limitée

👍 Types de réseaux

- 👉 LAN : local area network
- 👉 Wan : Wide area network - Réseau étendu
- 👉 Man : Metropolitan area network
- 👉 San : Short area network
 - ➡ CAN : Controller area network
 - ➡ VAN : vehicle area network

👍 contraintes

Contraintes	Taille de messages en bits	Nature	Délais
Capteurs/actionneurs	1 à 100	périodique	1 à 50 ms
Alarmes	1 à 100	apériodique	1 à 50 ms
Robots à vision	10^6 à 10^7	périodique	50 ms
Terminaux/automates	10^2 à 10^3	apériodique	0,1 à 1s
Ordinateurs (fichiers)	10^3 à 10^7	apériodique	1 à 5 s
Téléphone	300 à 2000	périodique/ apériodique	5 à 30 ms

👍 Distinction entre **Réseau local d'entreprise** et **Réseau local industriel**
essentiellement commerciale et (presque) inutile

👉 contraintes très voisines et solutions pratiquement identiques

👍 100 utilisateurs - débit souhaité : 20 000 b/s

👉 Facteur d'utilisation moyen : 20 %

$$D = \frac{100 * 20000}{0,2} = 10^7 \text{ b / s}$$

👉 Réseau local classique

👍 20 utilisateurs - débit souhaité : 1 000 000 b/s (CAO - multimédia)

👍 200 utilisateurs - 100 000 b/s: stations de travail....)

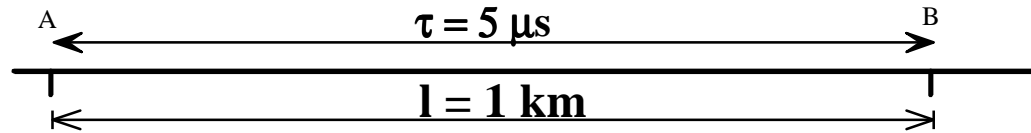
👉 Facteur d'utilisation moyen : 20 %

$$D = \frac{20 * 1000000}{0,2} = 10^8 \text{ b / s}$$

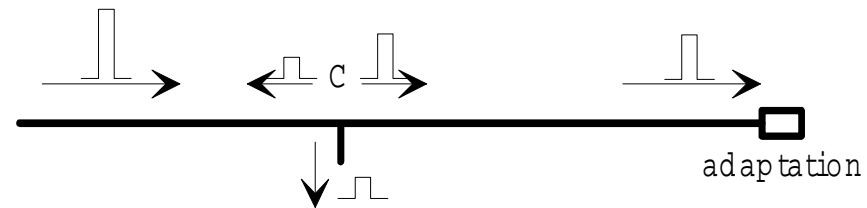
👉 Réseau à très haut débit

SERVICE PHYSIQUE

👍 retard de propagation

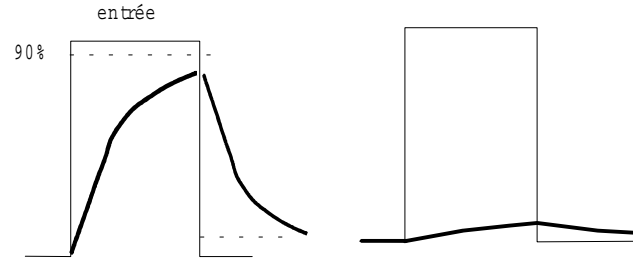
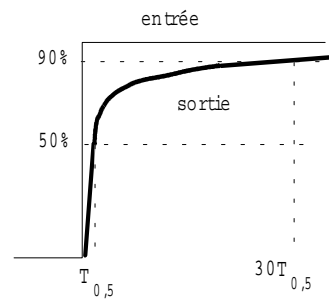


👍 Réflexions multiples

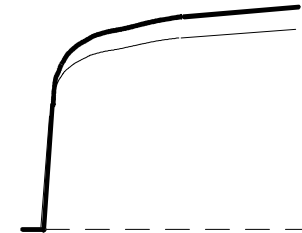


👍 Pertes joules : déformations

$$T_{0,5} = k\alpha^2 l^2$$



👉 Réflexions et déformation



👍 Etoile

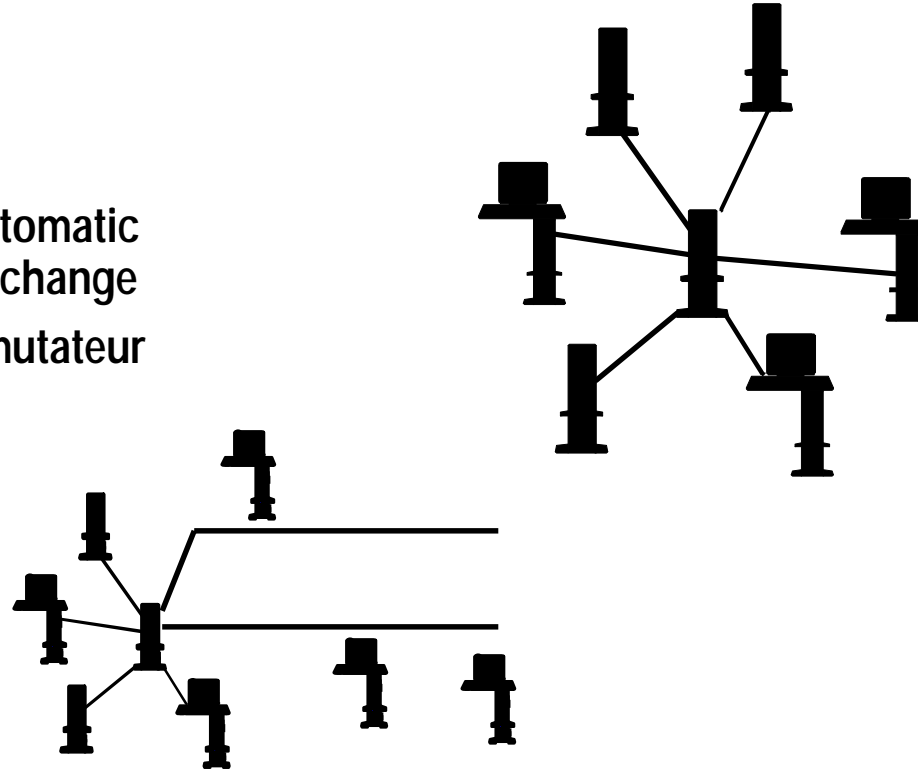
☞ Pabx

➡ private automatic branch exchange

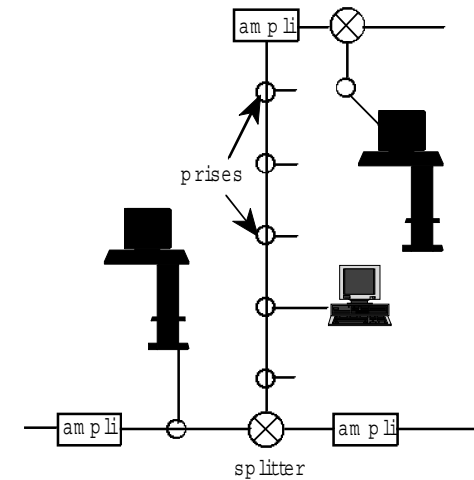
➡ autocommutateur

☞ Commutateurs

➡ Switch



👍 CATV



👍 Bus

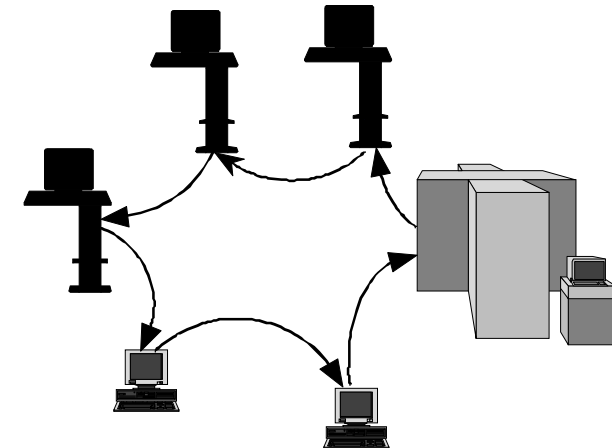
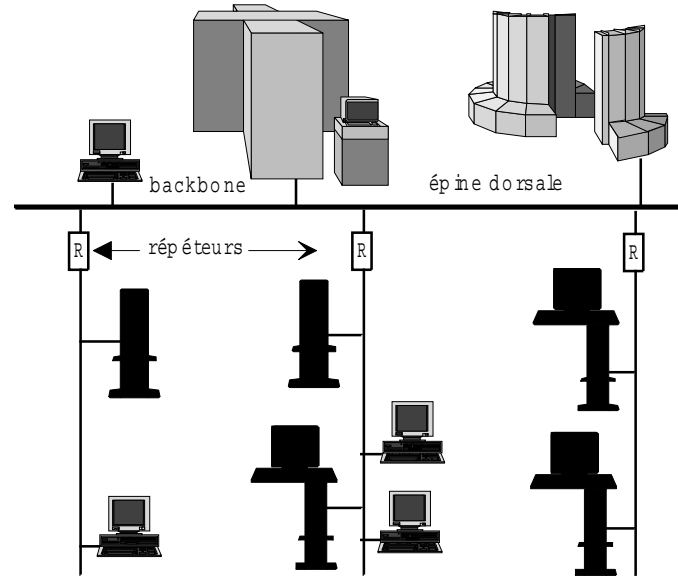
- 👉 simple
- 👉 avec répéteurs

👉 double

👍 anneau

👉 simple

👉 double



👍 cuivre

👉 coaxial

➡ épais (RG213)

➡ fin (RG58)

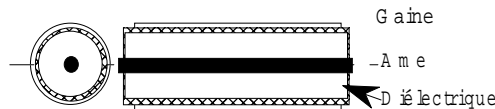
👉 paire torsadée

➡ blindée

➡ écrantée

➡ non blindée

Cable coaxial



Paire torsadée non blindée

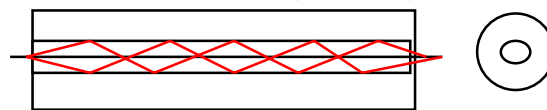


👍 Fibre optique

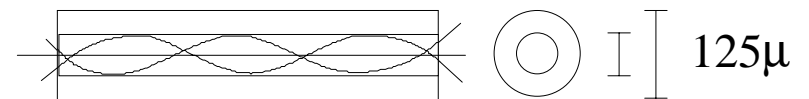
👉 multimode à gradient d'indice

👉 monomode

fibre multimode (obsolete)

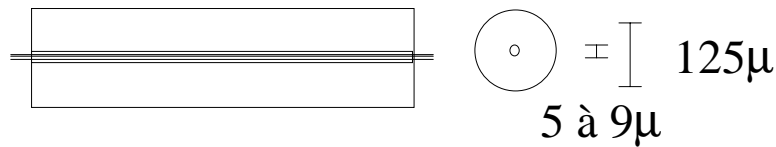


Fibre à gradient d'indice



👍 Radio

Fibre monomode



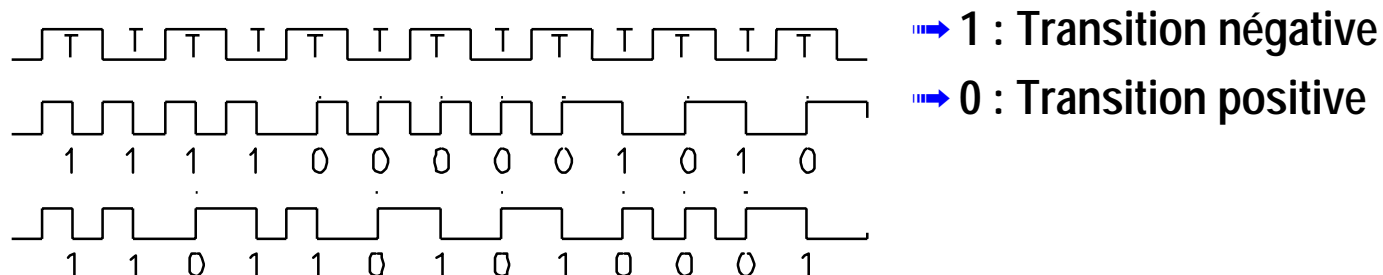
50 ou 62,5 9µ

👍 Modes de transmission

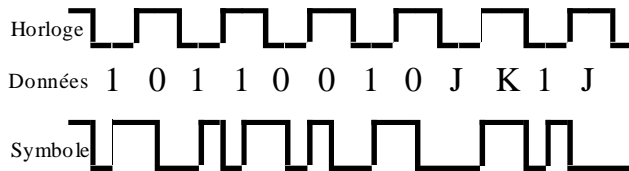
- ☞ Synchrones (très rarement arythmique (ancien))
- ☞ Bande de base ou Large bande

👍 Transmission en **bande de base**

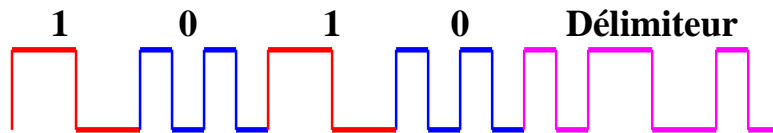
- ☞ Les signaux de type impulsionnel sont émis sur le support
- ☞ Codage "Manchester" le plus répandu



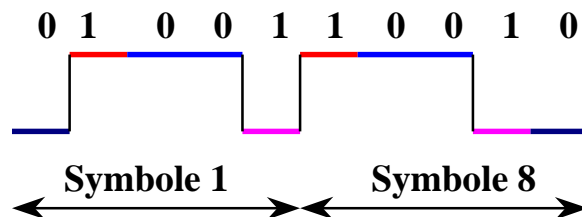
Codage "JK"



Carrier Band



Codage 4B/5B (FDDI)



☞ Manchester avec "non_data"

➡ Token Ring

➡ Délimiteurs J et K

☞ ("bande porteuse"(carrier band) = MFM modulation de fréquence modifiée)

➡ MiniMAP

☞ Codage de bloc **xB/yB**

➡ FDDI, FastEthernet, 100VG-AnyLAN, etc.

➡ **x** bits de données sur **y** signaux **par table**

☞ 0 à F - "0" et "1" logiques

☞ Idle, Halt, Quiet

☞ Délimiteurs J,K,L,T

➡ NRZ ou NRZI (inversé)

☞ Second zéro inversé

👍 Avantages

- 👉 Plusieurs canaux de transmission sur le même support
 - ➡ de Données
 - ➡ de Signaux vidéo analogiques
- 👉 Simplifie les prises

👍 Plus complexe et couteuse :

Modulation sur porteuse sinusoïdale -modems et remodulateurs

- 👉 en général Modulation mixte : Amplitude sans porteuse + Phase

$$\Rightarrow S(t) = A_0 s_1(t) \sin(2\pi F_0 t + \phi_0 + k s_2(t))$$

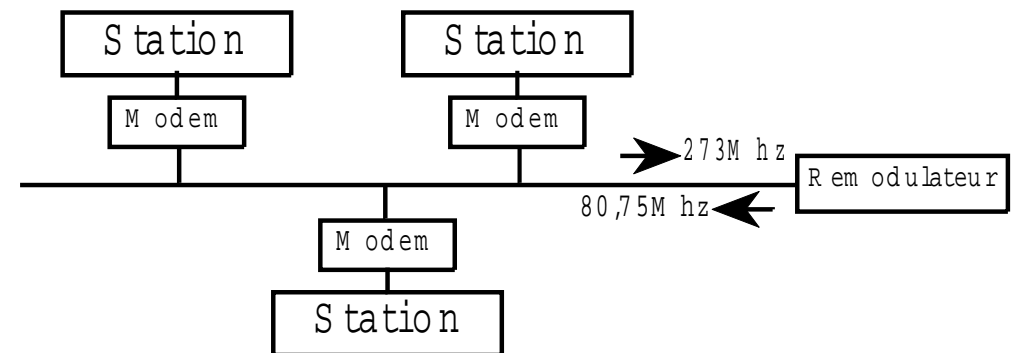
- ➡ Séparation des signaux

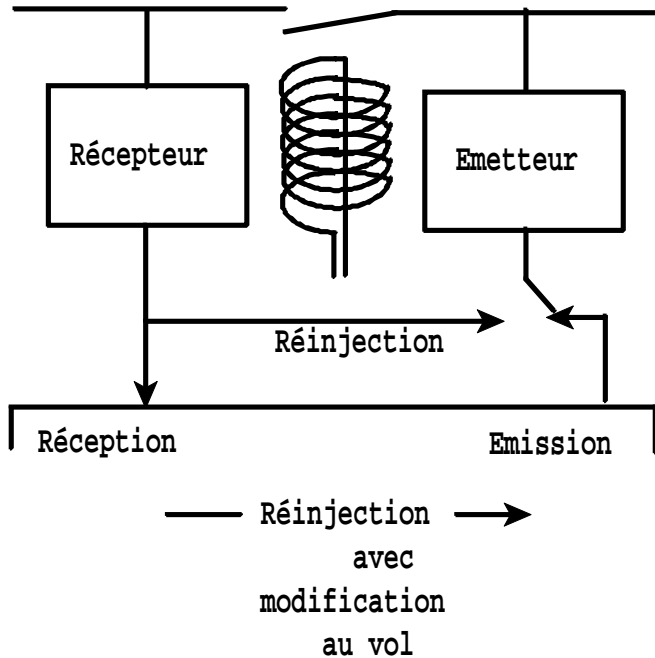
Emis porteuse F_e

Reçus porteuse F_r

$$F_e - F_r = 192,5 \text{ Mhz}$$

Remodulateur





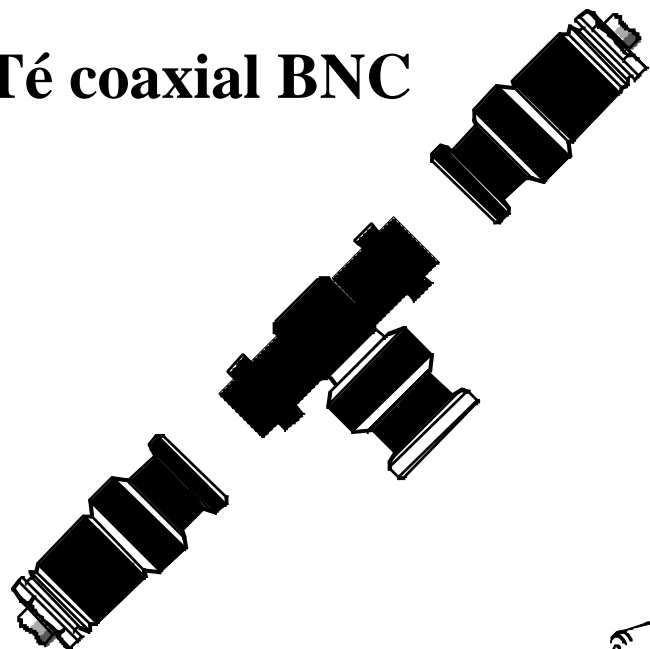
👍 Actives

- 👉 Le signal est remis en forme
- 👉 Anneau
 - ➡ Retard : 1 bit min
 - ➡ en général : 1 ou 2 octets
- 👉 Hub
- 👉 Permet des modifications de données "au vol"

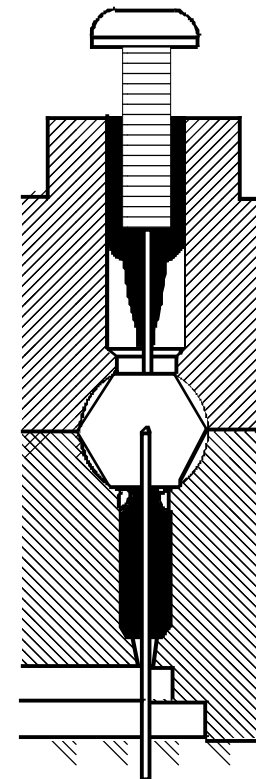
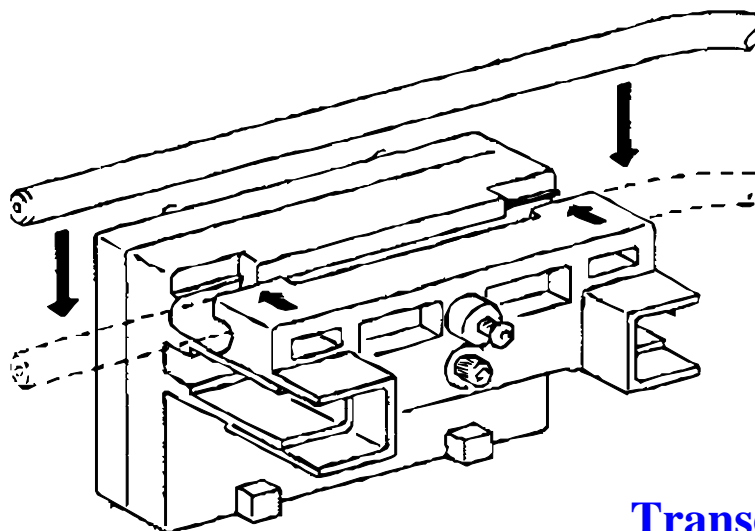
👍 Passives

- 👉 Electronique sur le coupleur
 - ➡ distance très faible (quelques cm)
- 👉 Té, Vampire (tap)

Té coaxial BNC



Prise Vampire



Transceiver avec prise AUI

👍 Coaxial

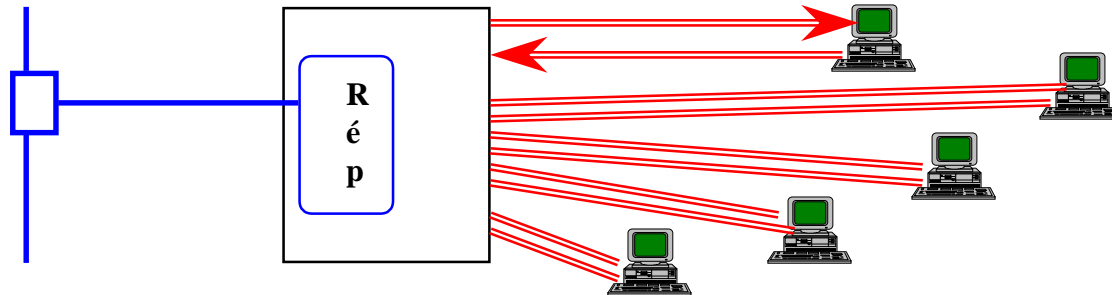
- 👉 Anneau , Bus à prises actives (DQBD) : liaison de poste à poste
- 👉 Bus : Prises passives et dérivation vers transceiver

👍 Fibre optique

- 👉 Liaison point à point entre deux prises actives ou demi Répéteur

👍 Paire torsadée

- 👉 Bus avec prises passives : RS485 (réseaux industriels anciens)
- 👉 **HUB** : distribution en étoile par **double paire torsadée** (Emission Réception)
- 👉 **Commutateur**



👍 Fanout

- 👉 Regroupement de transceivers derriere un répéteur : **prises AUI** (Attachment Unit Interface)
- 👉 15 broches - distance maximale de l'équipement : 50 m

ACCES AU MEDIUM

👍 Accès au médium équitable entre toutes les stations

👍 Commande distribuée (sauf exception...)

☞ Médium es une **ressource critique partagée** sur laquelle (en général) une **seule station peut émettre à un instant donné.**

☞ sous-couche MAC (MEDIA ACCES CONTROL) de la couche 2/OSI

👍 3 types de méthode d'accès au médium

☞ **déterministe** : AMRT, "Conteneur", Jeton

⇒ des **mécanismes de coopération** ou de préallocation permettent de déterminer la station qui a le droit d'émettre

☞ **à compétition** : CSMA/CD

⇒ Chaque station **essaie de prendre le contrôle du réseau**, sans liaison avec les autres stations

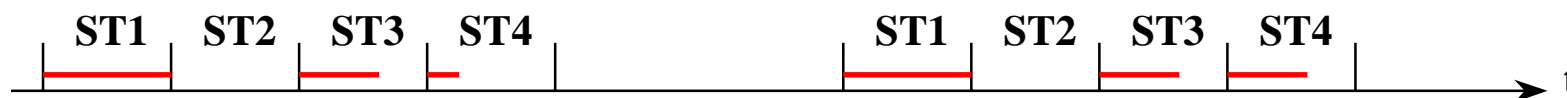
☞ mixte : CSMA/DCR

⇒ Début en compétition puis résolution déterministe

➔ AMRT : accès multiple à répartition dans le temps

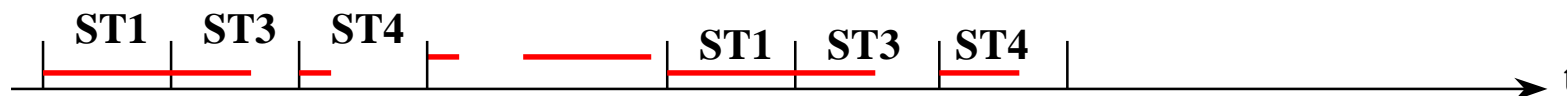
➔ TDMA : Time Division Method Acces

- Découpage du temps en périodes égales (en général) attribuées cycliquement aux stations
- tranche de temps de **quelques millisecondes**, pas forcément utilisée



➤ Conteneur (slot, insertion de registre)

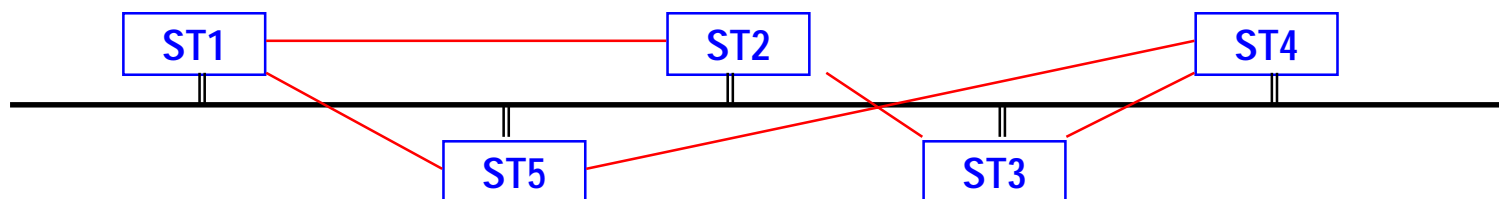
- Un conteneur de taille finie circule sur le réseau. Un bit d'en-tête indique son occupation. S'il est vide une station peut le remplir au vol. La station destinatrice le vide. Il faut gérer les trames pour garantir l'équité
- Prise active . Utilisé sur réseau DQDB (8802.6) : Cellule de 53 (48+5) octets



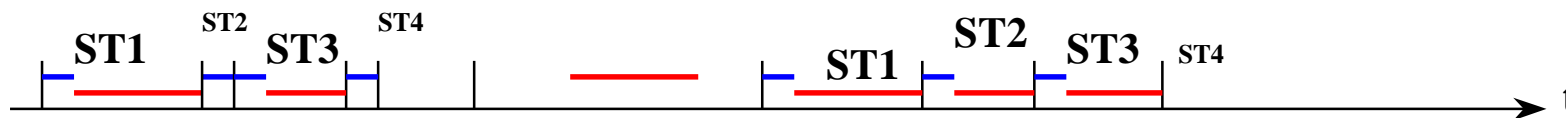
👍 Jeton : méthode déterministe de base (utilisé sur bus MAP ISO 8802.4)

- 👉 Droit d'émettre des données, durant une période bornée, est lié à la possession d'un Jeton
- 👉 Quand une station a terminé une émission ou épuisé son délai, elle cède le jeton à la suivante.

On constitue ainsi un **anneau logique**.



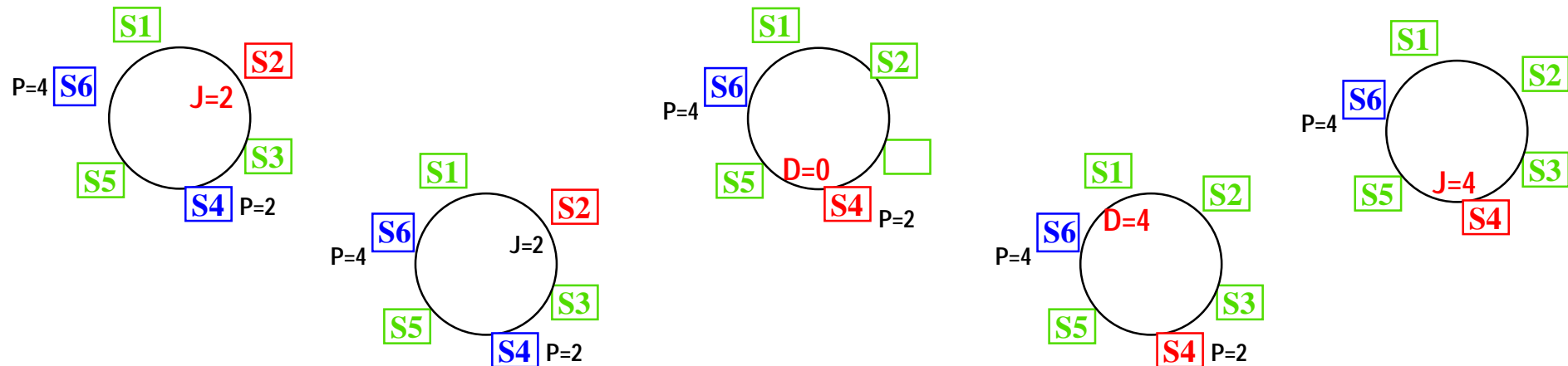
- 👉 Perte de rendement réduite au transfert et traitement des jetons



- 👉 Difficulté: perte d'un jeton
 - ➡ Par la station qui doit le recevoir
 - ➡ par la station qui le détient

👍 Utilisé sur anneau à jeton (ISO 8802.5 TokenRing IBM)

- 👉 Le **jeton** n'est plus adressé à une autre station mais **émis avec un niveau de priorité** et **capté** par une station de priorité supérieure ou égale
- 👉 Plus de perte de temps par station inactive ou perte de jeton par station destinataire
- 👉 Problème de perte par station qui détient le jeton subsiste → **Moniteur**
- 👉 **Prise actives** . **Modification au vol du niveau de priorité demandée** et transformation "au vol" d'une trame de jeton en trame de données
- 👉 **Exemple** : la station en rouge émet un jeton de priorité P. Une station bleue de priorité $\geq P$ veut émettre



👍 CSMA/CD: Carrier Sens Method Acces / Collision Detection

👍 Utilisé sur toute topologie. surtout Bus (OSI 8802.3 Ethernet)

👍 Principe:

- 👉 Chaque station teste le signal ("porteuse") sur le support et essaie de détecter un silence de durée supérieure à τ (par exemple $9,6 \mu s$)
- 👉 Après ce "silence" elle peut émettre une trame de données de taille bornée

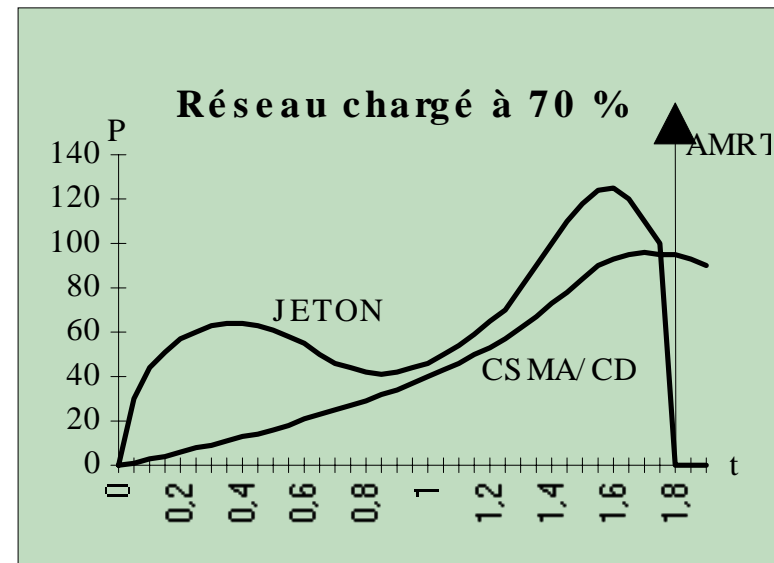
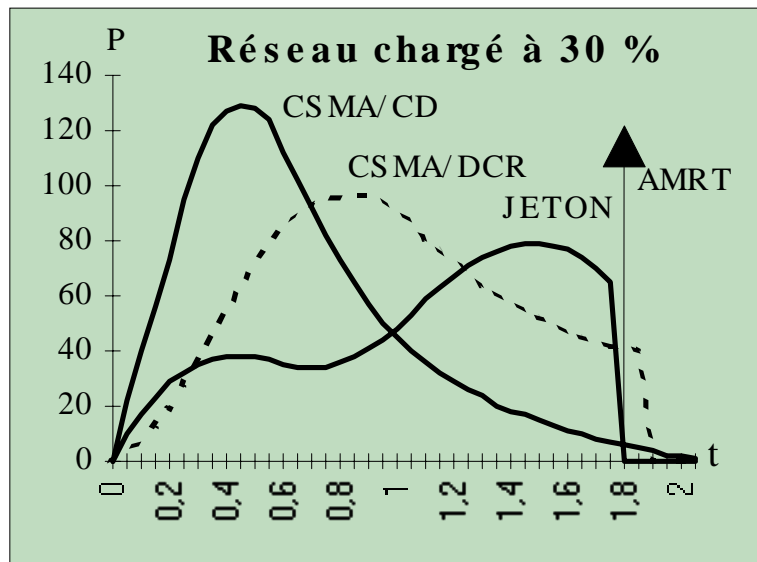


- 👉 Si plusieurs stations émettent simultanément : **Collision**. Elle est détectés par analyse du signal, puis **renforcée** (jam, $640 - 51,2 \mu s$) avant de suspendre l'émission
- 👉 Celle-ci est reprise après un temps aléatoire, pris dans un intervalle dont la durée croît avec le nombre k de collisions non résolues

$$T = r * 51,2 \mu s \quad 0 \leq r < 2^k$$

Nota: les temps sont donnés pour un débit de 10 Mb/s

- 👍 Méthodes déterministes : temps d'accès borné
- 👍 Méthode à compétition : meilleur en moyenne si pas trop chargé
- 👍 Méthode mixte : compromis adaptatif



👍 Méthodes mixtes : CSAM/DCR Determinist Collision Resolution

- 👉 Travaux de Le Lann à l'INRIA . (Appliqués à réseau Factor)
- 👉 Normalisation dans le cadre 8802.3

👍 Obtenir : un temps d'accès borné

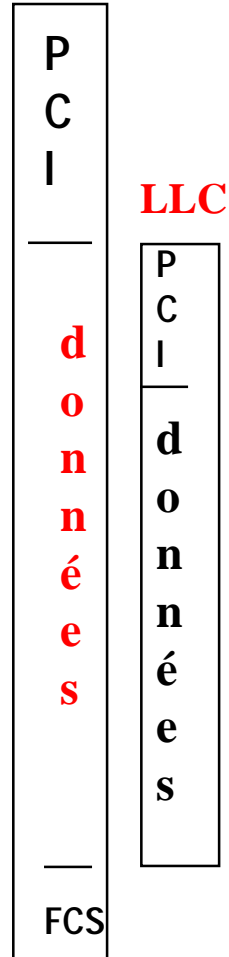
et un temps moyen le plus faible possible

- 👉 Démarrer avec une méthode à compétition : CSMA/CD
- 👉 Après quelques ré-essai sur collision : passer à une méthode déterministe
- 👉 éventuellement, cas de base, détecter des collisions et résoudre de manière déterministe par exemple priorité à la station de plus faible numéro

👍 Si réseau très peu chargé (le plus souvent) proche de CSMA/CD

👍 Si réseau très chargé : proche de jeton

MAC



- 👍 Dépend du standard : 8802.3 à 8802.x
 - ☞ Sauf pour champ adresse (à peu près ..) et FCS
- 👍 6 champs :
 - ☞ En-tête
 - ☞ y compris fanion de synchronisation
 - ☞ Adresse destination
 - ☞ Adresse source
 - ☞ Données utilisateur
 - ☞ FCS (contrôle d'erreur)
 - ☞ Queue
 - ☞ éventuellement silence ...
- 👍 Taille des données max : 1500 o à 64 ko ..
- 👍 Type de trames
 - ☞ 8802.3 : un seul
 - ☞ autres : plusieurs → jetons, administration

👍 Codage sur 2 ou **6 octets**

👍 **Codage unique** (quelque soit le réseau)

☞ Codage en dur dans les circuits intégrés

👍 **selon norme**

☞ Bit I/G : adresse de groupe (1) ou individuelle (0)

☞ bit UPC/L : adresse gérée localement ou globalement

☞ adresse sur 46 bits

➡ champ région : 6 bits

➡ champ segment : 8 bits

➡ champ sous-adresse : 32 bits

👍 **en réalité**

☞ poids forts : 1 à 3 octets = constructeur

➡ exemples : 02608C=3Com - 400003=Netware - 08005A=IBM - 080038=Bull - 08002B=DEC - etc.

☞ poids faible : identificateur de carte

👍 En-tête : préambule 7 octets (0101...) + 1 fanion (... 1011)

👍 Adresses source et destination

👍 Données

👉 Champ longueur

➡ Norme OSI : longueur de données (SDU de LLC)

0 à 1500 (ou 1508 octets)

➡ "Ethernet" : si $l > 1500$ = $05DC_{\text{hexa}}$: identificateur de protocole

par exemple :

👉 0800_{hexa} = Protocole IP - 0806 = ARP - 0600 = XNS - 8137 = IPX Novell

👉 6004 = LAT Decnet 6007 = LAVC DEC $80D5$ = SNA IBM

👉 $817D$ = XTP ...

👉 en cas de collision : taille **MINIMALE** 64 octets (51,2 μ s)

➡ Pad de 0 à 54 octets

👍 FCS : 4 octets

👍 Queue : silence de 9,6 μ s

LIAISON LOGIQUE

👍 Sous-couche supérieure LLC : Logical Link Control : **standard 8802.2**

👍 Sous-ensemble (parfois très réduit) de HDLC

👍 3 (4?) versions

☞ Sans connexion

simple, permet la diffusion

⇒ Mode LLC1

👉 Trames d'information non séquencées UI

👉 trames Test et Xid

⇒ Mode LLC3

👉 Trames d'informations normales I

👉 acquittement de chaque trame par RR

👉 + trames de LLC1 : diffusion et comptabilité

☞ Avec connexion

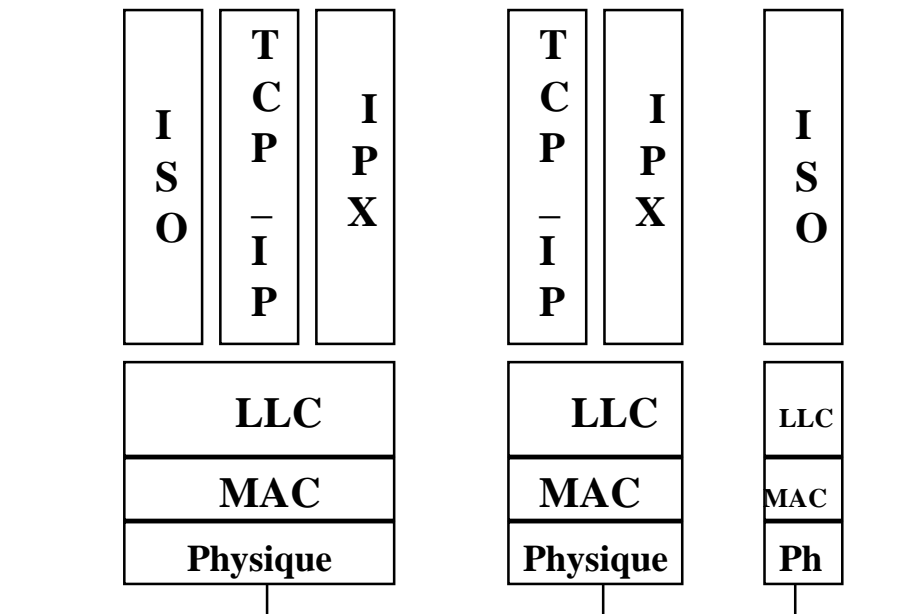
Protocole HDLC symétrique

⇒ Mode LLC2

options : REJ, séquençement étendu : SABME

👍 Modes de diffusion

- ☞ Totale : Broadcast
- ☞ Partielle : Multicast
- ☞ Point à point



👍 Adressage

- ☞ 2 octets : Source + Destination
- ☞ Identificateur de la pile de communications utilisateur par adresse LSAP
 - ➡ adresse MAC = système
 - ➡ adresse LLC = sous-ensemble de communications

RESEAUX LOCAUX EXISTANTS

👍 LLC : **LLC1** - LLC2

👍 MAC : **standard 8802.3**

👉 Topologie

👉 **Bus**

👉 Support

👉 Coaxial épais : 10Base5 (10 Mb/s, 500m)

👉 Coaxial fin : 10Base2 (10 Mb/s, 200m)

👉 Paire torsadée : 10BaseT

👉 Fibre optique: 10BaseF

👉 Prise

👉 Té

👉 Vampire - Fanaout (prise AUI)

👉 Hub (prise RJ45)

👉 Signalisation

👉 Synchrone

👉 Code Manchester

👉 Version "large bande" hors norme (10Broad36)

👉 Méthode d'accès

👉 **CSMA/CD**

👉 **CSMA/DCR**

⌘ **Débit nominal : 10 Mb/s** (100 Mb/s en Ethernet rapide 100BaseT...)

👍 LLC : LLC2 - LLC1

👍 MAC : standard 8802.5

👉 Topologie

👉 **Anneau**

👉 Support

👉 Quelconque (liaison simplex point à point)

👉 Coaxial fin , Paire torsadée, Fibre optique

👉 Prise

👉 **active** (avec hub passif)

👉 Signalisation

👉 Synchrones

👉 Code Manchester

👉 Méthode d'accès

👉 **Jeton à priorité - Jeton "temporisé" (multiple)**

⌘ **Débit nominal :** 4 Mb/s

⌘ 16 Mb/s (Jetons multiples possibles)

✂ LLC :

Map Complet - MAP EPA	☞ LLC1
MiniMAP - MAP EPA	☞ LLC3
Proway :	☞ LLC2

✂ MAC : **standard 8802.4**

➤ Topologie	☞ Bus
➤ Support	☞ Coaxial fin
➤ Prise	☞ passive Té
➤ Signalisation	☞ Synchrone
➡ MAP complet	☞ Large Bande (AM/PM)
➡ MiniMAP -MAP EPA	☞ Bande porteuse
➡ Proway	☞ Code Manchester
➤ Méthode d'accès	☞ Jeton adressé

✂ Débit nominal :	Map complet :	10 Mb/s
✂	MimiMAP/MAPEPA :	5Mb/s
✂	Proway :	1 Mb/s

👍 Réseau local à haut débit :

- ☞ Stations de CAO
- ☞ Interconnexion de réseaux à 10 Mb/s

👍 MAC : Pas de standard OSI pour Physique (ANSI X 3T9.5 (iso9314)) (proche de 8802.5)

- ☞ Topologie ☞ Double Anneau (accès possible sur un seul)

➡ Voir schéma ci-dessous

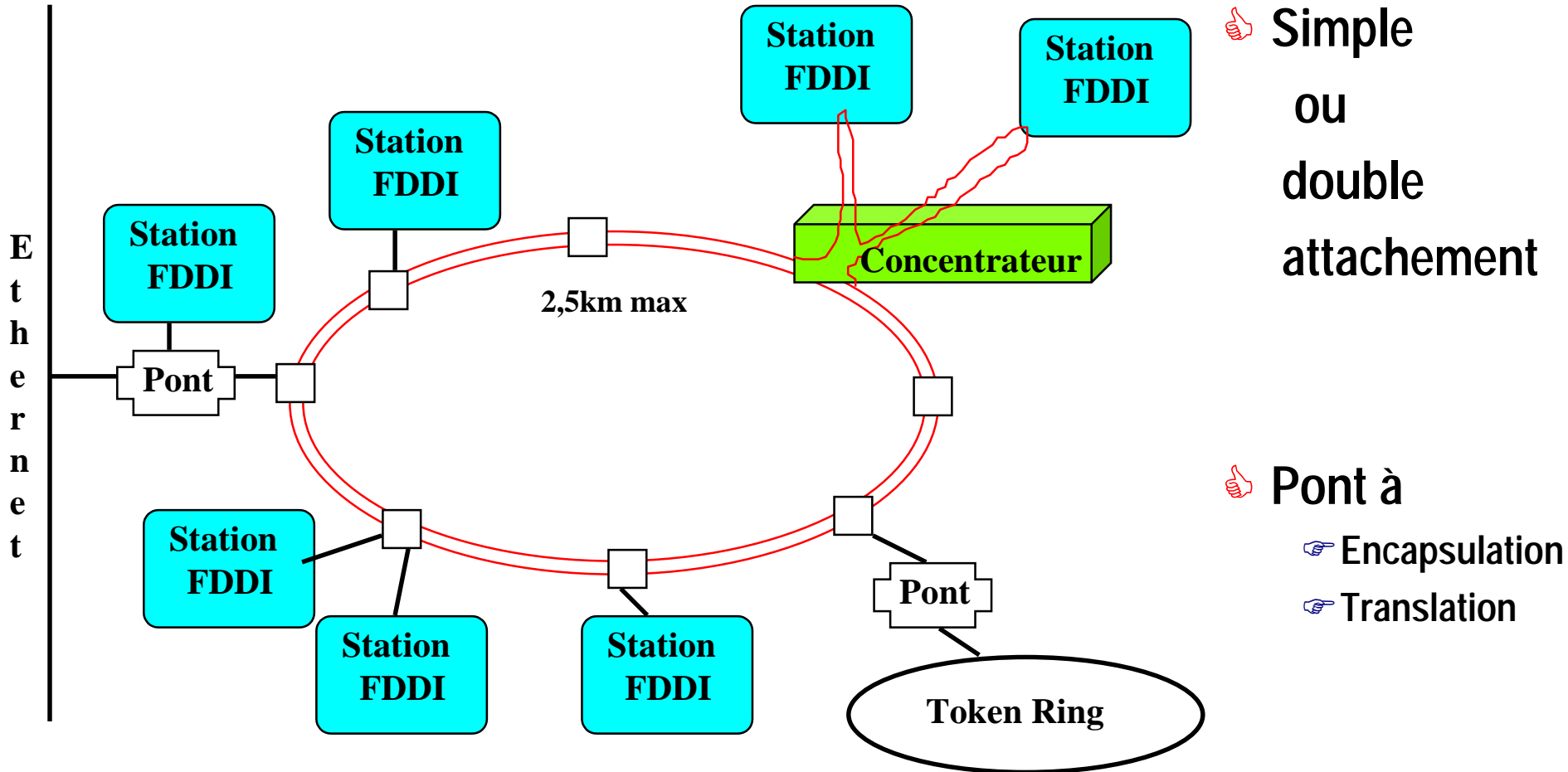
- ☞ Support ☞ Fibre optique
- ☞ Paire torsadée (CDDI)

- ☞ Prise ☞ active

- ☞ Signalisation ☞ Synchrone
- ☞ Bande de Base (125 Mbaud)

- ☞ Méthode d'accès ☞ Jeton à priorité
- ☞ Jeton temporisé (multiple)

⌘ Débit nominal : 100 Mb/s

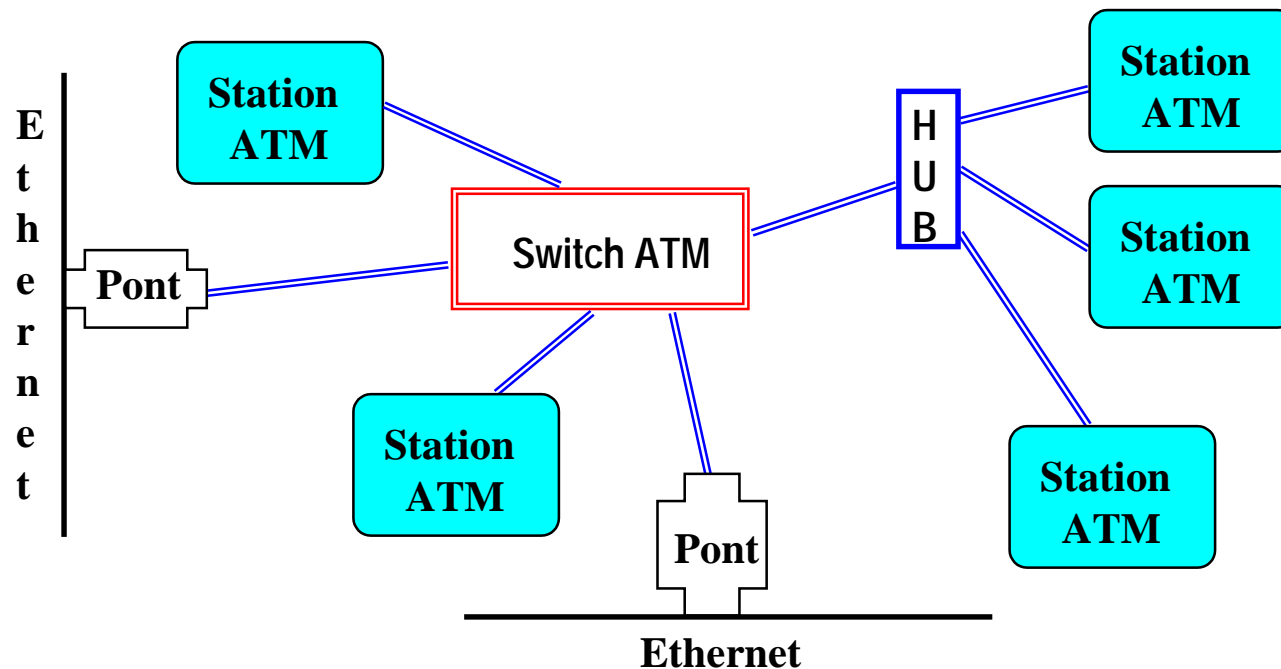


👍 Réseau en commutation de cellules à très haut débit

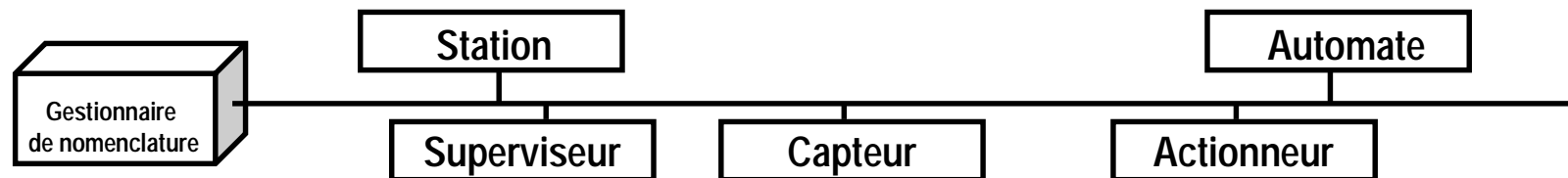
👍 utilisable en réseau local

👉 Hub ATM

👉 Commutateurs de canaux



- 👍 FIP : Flux d'Information Procédé
- 👍 **RESEAU DE TERRAIN** (Field Bus) (AFNOR 46-601 à 607 - IEC)
 - 👉 Concurrent du projet allemand Profibus
 - 👉 Architecture écroulée (niveaux 1, 2 et 7) - Application : MMS
- 👍 Coût de raccordement très faible
 - 👉 Bus à scrutation périodique et diffusion
 - 👉 Transport de **NOMENCLATURES** : nom d'objet / Valeur de l'objet
 - 👉 Le gestionnaire de nomenclature demande à la station qui se reconnait de diffuser sur le réseau la valeur de la nomenclature dont elle donne l'identificateur



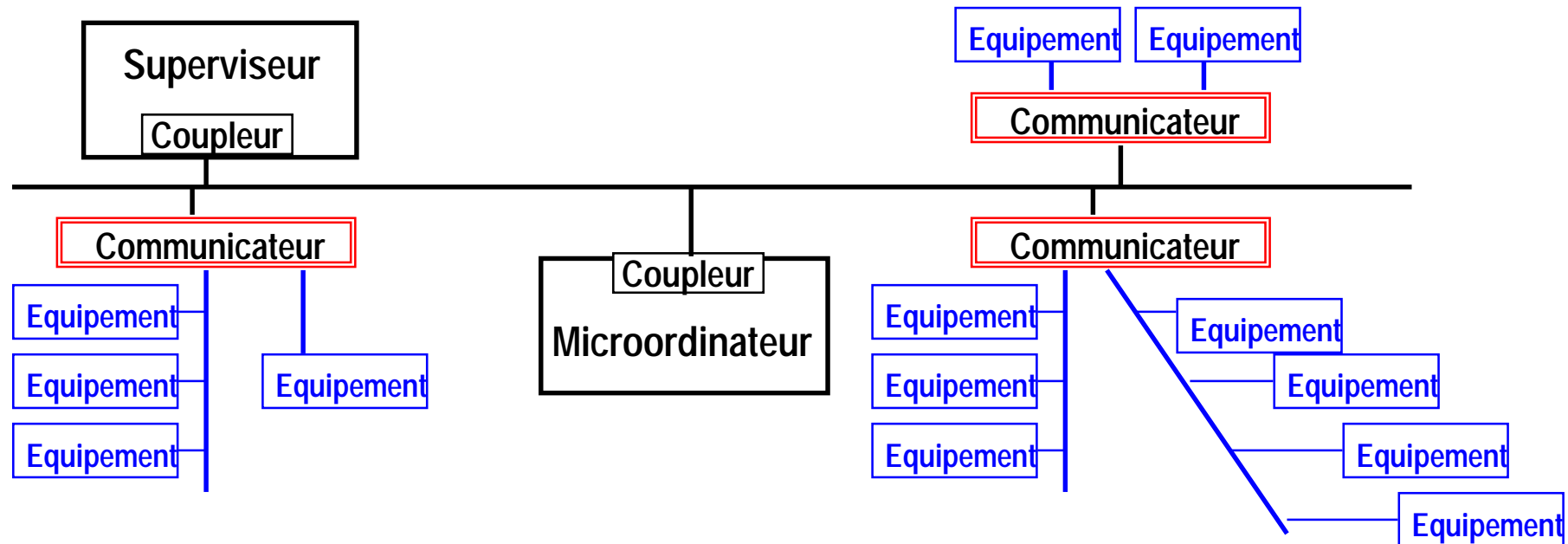
- 👍 Débit : 50 kbs/s (paire torsadée) ou 2 Mb/s (fibre optique)

👍 Fédère de réseaux de terrain ou des réseaux industriels anciens

👉 Factor : fédère Jbus, Telway, etc


👉 MAP : fédère Jbus, Telway, FIP, Minimap etc...

👍 Utilisation de "communicateurs" (passerelles)



INTERCONNEXION des RESEAUX LOCAUX



Niveau 1/OSI : répéteur

-  Séparation physique de segments d'un réseaux
-  Régénération d'un signal (Ethernet : 4 répéteurs au maximum en cascade)



Niveau 2/OSI : pont

-  Séparation du trafic : pont filtrant
-  interconnexion de réseaux différents (Ex: Ethernet -Tokenring)

Niveau 3/OSI : routeur

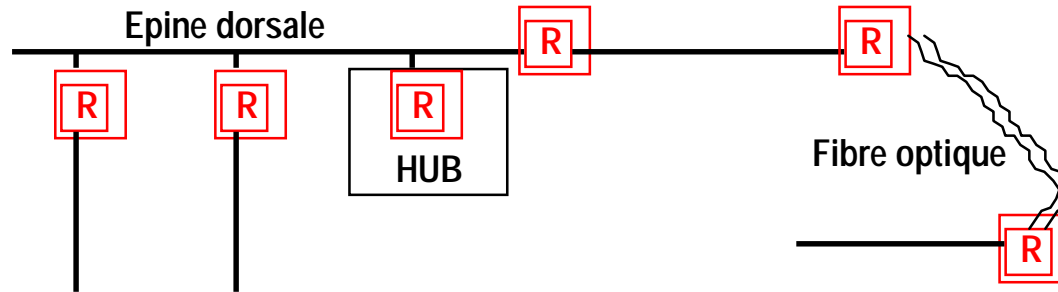
-  Interconnexion de réseaux locaux ou étendus
-  Choix d'un chemin optimal

Niveau 7/OSI : passerelle

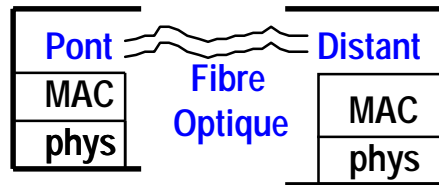
-  Inteconnexion de piles de communications différentes
-  exemples : OSI - TCP/IP , OSI - SNA , SNA - TCP/IP etc.

Répéteur	
phys	phys

👍 Répéteur

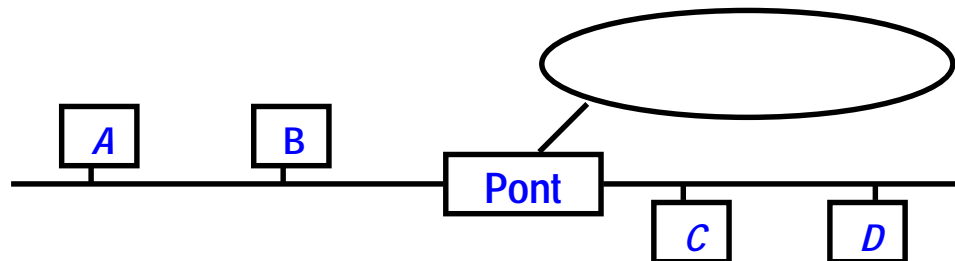


Pont	
MAC	MAC
phys	phys



👍 Pont

👉 Trafic
A - B et C-D
ne traverse
pas le pont



👍 Routeur

RELAIS	
Réseau	Réseau
LLC	LLC
MAC	MAC
Physique	Physique

SNICP (IP)	
SNDP1	SNDP2
SNAP1	SNAP2
Liaison	Liaison
Physique	Physique

Modèle OSI :
 Subnetwork Independant Convergence Protocol
 Subnetwork Dependant Convergence Protocol
 Subnetwork Acces Protocol

👍 Passerelles

Passerelle	
Application	Application
Présentation	Présentation
Session	Session
Transport	Transport
Réseau	Réseau
LLC	LLC
MAC	MAC
Physique	Physique

Passerelle	
Application	
Présentation	
Session	
Transport	
Réseau	
LLC	LLC
MAC	MAC
Physique	Physique

Passerelle	
Application	Application
Présentation	Présentation
Session	Session
Transport	Transport
Réseau	Réseau
LLC	
MAC	
Physique	